

(12) NACH DEM VEREINBAR ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

528 956

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/034161 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G05B 11/01

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009042

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. August 2003 (14.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 44 905.8 25. September 2002 (25.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT/AT]; Schloss  
Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OBERHOFFNER,

Gerhard [AT/AT]; Jauerburggasse 6/5/12, A-8010 Graz  
(AT). STEELE, Colln [GB/AT]; Bahnhofstr. 25, A-8561  
Söding (AT). RIEDMÜLLER, Kurt [AT/AT]; Schwarzer  
Weg 116, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-  
WALTSGESELLSCHAFT MBH; P.O. Box 200734,  
80007 München (DE).

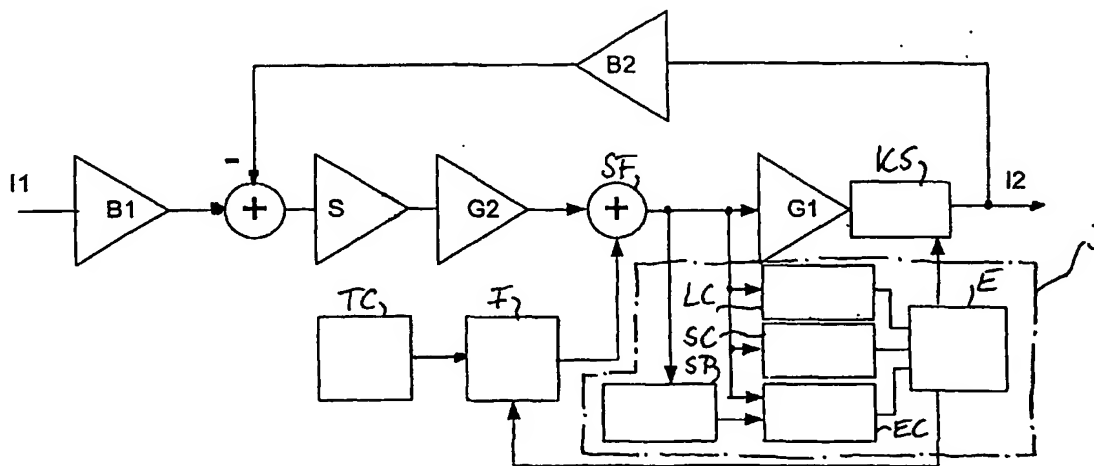
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTROL SYSTEM AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: REGELVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB DER REGELVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a control system provided with a control circuit comprising a feedback path connected to the feedback input thereof, a detector (S) arranged in said control circuit and emitting, at the output thereof, a signal converted into a feedback signal and retransmitted to the input of the control circuit. The inventive control system also comprises an error signal detector (F) which produces an error signal and introduces said signal into the control circuit, a detection unit (D) monitoring the measuring signal of the control circuit and a control unit (KS) which is arranged in the control circuit and sets the output signal (12) thereof to a predetermined value according to the output signal of the detection unit. The inventive method for the operation of said control system which makes it possible to determine the overcharge thereof is also disclosed.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/034161 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung sieht eine Regelvorrichtung mit einem Regelkreis vor, der einen auf einen Rückkoppeleingang des Regelkreises rückgekoppelten Rückführzweig enthält, einen Sensor (S), der in dem Regelkreis angeordnet ist und an seinem Ausgang ein Sensorsignal abgibt, das in ein Rückkoppelsignal umgesetzt und an den Rückkoppeleingang des Regelkreises zurückgeführt wird, einen Fehlersignalgenerator (F), der ein Fehlersignal erzeugt und in den Regelkreis einspeist, eine Detektiereinrichtung (D), die ein Messsignal des Regelkreises überwacht, und eine Steuereinrichtung (KS) in dem Regelkreis, die abhängig vom Ausgangssignal der Detektiereinrichtung das Ausgangssignal (I2) des Regelkreises auf einen vorgegebenen Wert setzt. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben dieser Regelvorrichtung, mit dem ein Überlastbetrieb der Vorrichtung ermittelt werden kann.

## Beschreibung

Regelvorrichtung und Verfahren zum Betrieb der  
Regelvorrichtung

5

Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung mit einem Regelkreis, der einen auf einen Rückkoppelleingang des Regelkreises rückgekoppelten Rückführzweig enthält, mit einem Sensor, der in dem Regelkreis angeordnet ist und an seinem  
10 Ausgang ein Sensorsignal abgibt, das in ein Rückkoppelsignal umgesetzt und an den Rückkoppelleingang des Regelkreises zurückgeführt wird.

Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Betrieb der  
15 Regelvorrichtung.

Derartige Regelkreise sind bekannt. Üblicherweise wird ein Eingangssignal des Regelkreises an einen Summierpunkt geführt, dessen Ausgang in die Regelstrecke führt, die das  
20 Ausgangssignal des Regelkreises abgibt. Das Ausgangssignal wird gemessen und mit negativem Vorzeichen auf den Rückkoppelleingang des Summierpunkts, d.h. den Eingang des Regelkreises rückgekoppelt. Auf dieser Weise ist es möglich, das Ausgangssignal des Regelkreises in Abhängigkeit von  
25 seinem Eingangssignal entsprechend den Anforderungen und Regelungscharakteristiken des Regelkreises zu regeln.

Die Messung des Ausgangssignals des Regelkreises erfolgt über einen Sensor, der entsprechend der physikalisch zu  
30 erfassenden Größe ausgewählt ist. Dieser Sensor kann entweder in der Regelstrecke selbst oder im Rückkoppelzweig angeordnet sein. Über das im Rückführzweig gebildete Rückkoppelsignal, das sich mit negativen Vorzeichen dem Eingangssignal überlagert, wird der Regelkreis geschlossen.

35

Sensoren für physikalische Größen, beispielsweise für magnetische oder elektrische Felder oder für mechanische oder

chemische Größen weisen eine sensortypische Kennlinie des Ausgangssignals in Abhängigkeit von der zu messenden Eingangsgröße auf. Oftmals sind diese Kennlinien nur in einem kleinen Bereich, dem Arbeitsbereich des Sensors, linear und  
5 zeigen außerhalb dieses Bereiches eine nichtlineare Kennlinie zwischen der zu messenden Eingangsgröße und dem Ausgangssignal des Sensors. Dies führt zu Nichtlinearitäten, die in einem Regelkreis besonders berücksichtigt werden müssen und oft schwer auszuregeln sind.

10

In bestimmten Fällen verläuft die Kennlinie eines Sensors nichtlinear in der Weise, dass mit weiter steigender Messgröße die Empfindlichkeit, d.h. das Ausgangssignal des Sensors, nicht mehr weiter zunimmt, sondern dass die  
15 Empfindlichkeit nach Überschreiten eines Maximums bei weiter steigender Messgröße wieder abnimmt. Entsprechend umgekehrt ist das Verhalten der bzw. die Empfindlichkeit, wenn diese bei sinkender Messgröße nach Unterschreiten eines Minimums wieder zunimmt. Dieses Verhalten ist beispielsweise bei einem  
20 magneto-resistiven Sensor HNC 1001/1002 der Firma Honeywell der Fall. Dieser Sensor zeigt bei einem Magnetfeld der Stärke 0 Oe nahezu keine Ausgangsspannung. Im Bereich bis etwa 5 Oe besteht eine lineare Abhängigkeit zwischen Magnetfeld und Ausgangsspannung. Die Empfindlichkeit nimmt bei weiter  
25 steigendem Magnetfeld ab, d.h. die Ausgangsspannung des Sensors steigt nicht mehr im gleichen Umfang. Bei etwa 11 Oe erreicht die Empfindlichkeitskurve ein Maximum. Bei höheren magnetischen Flußdichten nimmt die Ausgangsspannung des Sensors gegen 0 hin ab. Eine entsprechend spiegelbildliche  
30 Kurve ergibt sich bei negativen Flußdichten des Magnetfeldes.

In einer allgemeinen Regelvorrichtung und insbesondere bei Vorrichtungen mit magneto-resistiven Sensoren verschlechtern die durch die Empfindlichkeitskurve des Sensors verursachten  
35 Nichtlinearitäten die Eigenschaften des geschlossenen Regelkreises. In Überlastsituationen, in denen die Eingangsgröße stark ansteigt, kann es vorkommen, dass der

Signalausgang des Sensors kein höheres Signal, sondern ein niedrigeres Signal ausgibt, als dem zu messenden Eingangssignal entspricht. Das bedeutet, dass in diesen extremen Betriebssituationen die negative

- 5 Rückkoppelungsschleife den Regelkreis möglicherweise nicht mehr ausregeln kann. Ein derartiger als foldback bezeichneter Effekt ist in allen Anwendungen unerwünscht.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung  
10 und ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, bei denen nichtlineare Veränderungen der Empfindlichkeit eines Sensors erkannt und ein sicheres Betriebsverhalten ermöglicht werden.

- 15 Diese Aufgabe löste die Erfindung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 8.

Ausgestaltungen der Erfindung sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

20

Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, eine Veränderung und insbesondere eine Verschlechterung der Empfindlichkeit des Sensors zu erkennen und/oder zu messen. Sobald eine derartige Veränderung der Empfindlichkeit festgestellt wird bzw. ein  
25 vorgegebenes Maß überschreitet, wird der Ausgang des Sensors auf einen vorgegebenen Wert gesetzt, der bevorzugt dem maximalen Meßwert entspricht. Dieser vorgegebene Wert wird bevorzugt geklemmt, d.h. festgehalten.

- 30 Auf diese Weise ist es möglich, den foldback-Effekt zu vermeiden. Weiterhin ist es möglich, den nicht regulären Betriebszustand des Regelkreises anzuzeigen oder kenntlich zu machen.

- 35 Sobald der Sensor wieder in einen Betriebszustand gelangt, der innerhalb des zulässigen Maßes der Empfindlichkeit liegt, kann die Klemmung auf den vorgegebenen Wert vorteilhaft

aufgehoben werden und der Sensor kann wieder regulär arbeiten.

In der Regelvorrichtung gemäß der Erfindung ist ein  
5 Fehlersignalgenerator vorgesehen, der ein Fehlersignal erzeugt und in den Regelkreis einspeist, das sich dem Nutzsignal des Regelkreises überlagert. Dieses Nutzsignal ist beispielsweise das vor dem Einspeiseknoten für das  
10 Fehlersignal anliegende Signal der Regelstrecke. Weiter ist eine Detektiereinrichtung vorgesehen, die den Regelkreis überwacht und ein Maß für die Änderung der Empfindlichkeit beziehungsweise die Verschlechterung der Empfindlichkeit des Sensors festlegt. Die Detektiereinrichtung speist  
15 ausgangsseitig eine Steuereinrichtung des Regelkreises, die in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Detektiereinrichtung das Ausgangssignal des Regelkreises auf den vorgegebenen Wert setzt bzw. klemmt.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt die Nutzung der  
20 Verstärkung des geschlossenen Regelkreises unter Berücksichtigung des in dem Regelkreis angeordneten Sensors, ohne dass der Regelkreis z.B. für die Messung der Sensorempfindlichkeit aufgetrennt werden muss.

25 In einem regulären Betriebszustand wird das überlagerte Fehlersignal durch den Regelkreis kompensiert. Die Höhe des Fehlersignals und die Lage des Einspeise- bzw. Summierungspunktes, an dem das Fehlersignal in den Regelkreis eingespeist wird, wird dabei entsprechend den Entwurfsregeln  
30 des Regelkreises so gewählt, dass der geschlossene Rückkoppelungskreis das Fehlersignal am Ausgang der Regelvorrichtung auf einem gegenüber dem Nutz- Ausgangssignal des Regelkreises unerheblichen Signalwert minimiert.

35 Im Falle einer Verschlechterung der Empfindlichkeit des Sensors verändert sich die Kreisverstärkung des Regelkreises und der Fehler kann nicht mehr in gewohnter Weise kompensiert

werden. Diese Veränderung kann detektiert werden, indem die Signale des Regelkreises am Einspeiseknoten für das Fehlersignal jeweils vor und nach der Einspeisung des Fehlersignals verglichen werden.

5

Im Fall, dass der Regelkreis mit seiner Funktion regulär im linearen Bereich arbeitet, wird der Ausgang des Einspeiseknotens für das Fehlersignal nicht dem Eingang dieses Einspeiseknotens entsprechen und im Fall einer verschlechterten Schleifenverstärkung wird der Ausgang des Einspeiseknotens für das Fehlersignal dem Eingang des Einspeiseknotens entsprechen. Entsprechend umgekehrt verhält sich der Vergleich, wenn der Signalvergleich nicht am Ausgang des Einspeiseknotens für das Fehlersignal, sondern an dessen Eingang erfolgt.

15

Um in der Lage zu sein, die Signale jeweils vor und hinter der Überlagerung des Fehlersignals zu vergleichen, wird das entsprechende Signal gemessen und gespeichert, bevor das Fehlersignal eingespeist und gemessen wird. Dazu weist die Detektiereinrichtung bevorzugt eine Speichereinrichtung und einen Komparator auf, der ein Signal der Regelstrecke mit einem in der Speichereinrichtung gespeicherten Signal vergleicht.

25

Bevorzugt ist der Komparator mit einer Entscheiderschaltung verbunden, die das Ausgangssignal der Detektiereinrichtung erzeugt, das mit der Steuereinrichtung verbunden ist.

30

In einer vorteilhaften Ausführungsform enthält die Steuereinrichtung eine Klemmschaltung, die das Ausgangssignal der Regelstrecke auf den vorgegebenen Wert festklemmt.

35

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung enthält die Detektiereinrichtung einen Signalpegelkomparator und/oder einen Signalvorzeichenkomparator, die eingangsseitig mit dem

Regelkreis und ausgangsseitig mit der Entscheiderschaltung verbunden sind.

Der Ausgang der Entscheiderschaltung ist zum einen mit der  
5 Steuereinrichtung verbunden und andererseits mit dem  
Fehlersignalgenerator, dessen anderer Eingang mit einem  
Zeitsignalgenerator verbunden ist. Abhängig von den Signalen  
der Entscheiderschaltung wird deshalb zum einen die  
Steuereinrichtung auf den vorgegebenen Wert geklemmt und  
10 andererseits der Fehlersignalgenerator ein- oder  
ausgeschaltet.

Der Signalvorzeichenkomparator ist insbesondere in bipolaren  
Sensorsystemen vorgesehen, d.h. in Sensorsystemen, die  
15 Messgrößen mit positiven oder negativen Vorzeichen messen.  
Auf diese Weise wird ein Vorzeichen ermittelt, so dass das  
Fehlersignal mit der entsprechenden Polarität in den  
Regelkreis eingespeist werden kann. Allgemein ist hier zu  
sagen, dass das Fehlersignal, das typischerweise ein  
20 Rechtecksignal ist, mit umgekehrter Polarität gegenüber der  
Polarität des Ausgangssignals des Regelkreises eingespeist  
wird.

Der Signalpegelkomparator ist insbesondere dann vorteilhaft,  
25 wenn das Sensorsystem während der Überlastbedingungen des  
Regelkreises eine ausreichend hohe Schleifenverstärkung hat,  
um das Ausgangssignal des Regelkreises auf den vorgegebenen  
Wert zu klemmen. In diesem Fall kann der Ausgang der  
Detektiereinrichtung optional abgeschaltet werden. Der  
30 Signalpegelkomparator überwacht die Signalamplitude des  
Regelkreises um festzustellen, ob nach den Entwurfskriterien  
des Regelkreises die Schleifenverstärkung ausreichend hoch  
ist.

35 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der  
Erfindung ist als Sensor ein magnetoresistiver Sensor  
vorgesehen, der zur Erfassung eines Magnetfeldes geeignet



ist. Mit einem derartigen Sensor ist die Ausgestaltung des Regelkreises als Strommesssystem möglich.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Figuren der  
5 Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher  
erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches Schaltbild der Regelvorrichtung  
gemäß der Erfindung,

10

Figur 2a eine Regelvorrichtung mit einem magnetoresistiven  
Sensor zur Strommessung und

15

Figur 2b ein Schemaschaltbild der Regelvorrichtung gemäß  
Figur 2a.

20

Figur 2 a zeigt eine Regelvorrichtung mit einem  
Strommesssensor, die aus drei Hauptkomponenten besteht. Die  
erste Komponente ist ein Stromtransformator, der einen Kern K  
mit einem Luftspalt L enthält. Auf den Kern ist eine  
Primärwicklung W1 aufgebracht, durch die ein Strom I1 fließt.  
Weiterhin ist auf den Kern K eine zweite Wicklung W2  
aufgebracht, durch die auf der Sekundärseite der Strom I2  
fließt. Die zweite Komponente der Regelvorrichtung ist der  
25 magnetische Sensor S, der in diesem Fall als  
magnetoresistiver Sensor ausgebildet ist und der im Luftspalt  
L des Kerns angeordnet ist. Die dritte Komponente der  
Regelvorrichtung ist ein negativer Rückkopplungszweig, der  
den Sensor S über einen Verstärker G mit der Sekundärwicklung  
30 W2 des Transformators verbindet. Ausgangsseitig ist die  
Sekundärwicklung W2 über einen Widerstand R2 mit einem  
Bezugspotential VB, zum Beispiel Masse verbunden.

35

Ein Eingangsstrom I1, der in die Primärwicklung W1 des  
Stromtransformators fließt, erzeugt in dem Luftspalt L einen  
magnetischen Fluß. Dieser magnetische Fluß wird durch den  
Sensor S erfaßt und mit Hilfe der negativen Rückkopplung des

Regelkreises auf Null abgeglichen. Der Regelkreis stellt dabei den Strom I2 durch die Sekundärwicklung W2 so ein, dass der vom Strom I2 erzeugte magnetische Fluß entgegengesetzt gerichtet und betragsmäßig gleich groß ist wie der magnetische Fluß, der vom Strom I1 im Luftspalt erzeugt wird. Der Strom I2 durch die Sekundärwicklung ist das Maß für die Größe des Stroms I1 in der Primärwicklung.

Der Sensor S, im Ausführungsbeispiel ein magnetoresistiver Sensor, zeigt als parasitäre Eigenschaft eine abnehmende Empfindlichkeit, die bis gegen Null geht, wenn die magnetische Flußdichte in dem Luftspalt L ein sensorspezifisches maximales Feld überschreitet. Der Maximalwert der magnetischen Feldstärke ist eine Eigenschaft des Sensors, die sensorspezifisch variiert. Die beschriebene parasitäre Eigenschaft des Sensors verschlechtert die Eigenschaften des geschlossenen Regelkreises der Stromsensor-Regelvorrichtung.

In einem Überlast-Betriebszustand, in dem ein hoher Strom I1 in der Primärwicklung fließt, kann der Strom I2 in der Sekundärwicklung nicht weiter erhöht werden, weil der Ausgang des Stromsensors S bereits seinen Höchstwert erreicht hat. Es ist sogar möglich, dass der Ausgangswert des Stromsensors bei steigender Magnetfeldstärke wieder sinkt. Das bedeutet, dass der magnetische Fluß in dem Luftspalt L nicht mehr durch die negative Rückkoppelung mit der Hilfe des Sekundärstroms I2 kompensiert werden kann, so dass ein Wert für den Magnetfluß im Luftspalt L ungleich Null ist. Deshalb wird bei weiter ansteigendem Primärstrom I1 der Magnetfluß in dem Luftspalt des Stromtransformators schnell ansteigen, weil durch den Strom I2 keine Kompensation mehr möglich ist. Als Ergebnis wird der Magnetfluß in dem Luftspalt auf einen Wert ansteigen, der oberhalb des für die Messung zulässigen Maximalwerts des Sensors liegt. Dieser verliert seine Empfindlichkeit bzw. hat sie verloren. Bei einem magnetoresistiven Sensor, wie er in der eingangs

beschriebenen Datenblattveröffentlichung der Firma Honeywell beschrieben ist, kann bei hohen Magnetflüssen ein foldback-Effekt auftreten, bei dem das Ausgangssignal des Sensors sogar geringer wird als bei niedrigeren Magnetfeldstärken.

- 5 Ein derartiger foldback-Effekt bringt die Regelvorrichtung in einem unkontrollierbaren Zustand, der in jeder Anwendung unerwünscht ist.

Figur 2b zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild der  
10 Regelvorrichtung gemäß Figur 2a. Der Strom  $I_1$  als zu messende Größe erzeugt den magnetischen Fluß  $B_1$ , der als Eingangssignal des Regelkreises R einem Summierglied SR zugeführt wird. Ausgangsseitig wird als Ausgangssignal des Summiergliedes SR ein magnetischer Fluss vom Sensor S erfaßt  
15 und durch einen Verstärker mit den beiden Elementen  $G_1$  und  $G_2$  in den Sekundärstrom  $I_2$  des Regelkreises umgewandelt. Der Sekundärstrom  $I_2$  wiederum erzeugt mit Hilfe des Transformators den magnetischen Fluß  $B_2$ , der mit negativem Vorzeichen auf den zweiten Eingang des Summiergliedes SR  
20 zurückgeführt wird. Das in Figur 2a als Verstärker gezeigte Element G ist in Figur 2b durch zwei Elemente  $G_1$  und  $G_2$  realisiert, um das Verständnis der Erfindung anhand von Figur 1 zu erleichtern.

25 Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Regelvorrichtung am Ausführungsbeispiel des Strommessreglers, der anhand von Figur 2 bereits grundsätzlich beschrieben worden ist. Gleiche Elemente wie in Figur 2b sind in Figur 1 mit gleichen Bezugszeichen versehen. Im Unterschied zu Figur 2b ist in  
30 Figur 1 zwischen den beiden Verstärkerelementen  $G_1$  und  $G_2$  ein Summierglied SF angeordnet, das an einem Eingang mit dem Ausgang des Verstärkers  $G_2$  verbunden ist. Der andere Eingang ist mit einem Fehlersignalgenerator F verbunden, der ein Fehlersignal erzeugt und in das Summierglied SF einspeist.  
35 Das Fehlersignal des Fehlersignalgenerators F wird erzeugt, wenn der Ausgang des Fehlersignalgenerators F durch eine Entscheiderschaltung E und/oder einen Zeitsignalgenerator TC

freigegeben ist. Das fehlersignal kann rechteckförmig sein. Der Ausgang des Summiergliedes SF wird einerseits dem Verstärker G1 zugeführt und andererseits einer Detektiereinrichtung D. Die Detektiereinrichtung D ist ausgangsseitig einerseits auf den Fehlersignalgenerator F und andererseits auf eine Steuereinrichtung KS rückgeführt, die als Klemmschaltung ausgebildet ist und im Ausgangskreis des Verstärkers G1 angeschlossen ist. Der Ausgang von KS bestimmt den Strom I2 der Sekundärwicklung des Transformators.

In einem normalen Betriebszustand, in dem kein Überlastbetrieb der Regelschaltung vorliegt, ist die Steuereinrichtung KS überbrückt, so dass der Ausgangsstrom I2 durch den Ausgangsstrom des Verstärkers G1 gebildet wird.

Im Überlastbetrieb wird die Steuereinrichtung KS durch die Detektiereinrichtung D so angesteuert, dass der Ausgangsstrom I2 auf einen vorgegebenen Wert festgelegt und geklemmt wird, der typischerweise dem maximalen Ausgangsstromwert der Regelvorrichtung entspricht. Dieser Wert ist höher als der im normalen Betriebszustand maximal zulässige Ausgangsstrom. In Verbindung mit einer Registrier- oder Anzeigeeinrichtung ist es somit möglich, einen regulären Betriebsszustand der Strommessvorrichtung festzustellen, weil der Ausgangsstrom I2 auf einen höheren als den im Meßbetrieb zulässigen Strom geklemmt wird.

Der Betriebszustand der Regelvorrichtung, d.h. die Empfindlichkeit des magnetoresistiven Sensors S, wird mit der Vorrichtung gemäß Figur 1 gemessen, indem ein Fehlersignal des Fehlersignalgenerators F dem Summierglied SF zugeführt wird und das Fehlersignal sich dem Meßsignal überlagert. Im Verhältnis zum Messsignal des Regelkreises ist das Fehlersignal erheblich kleiner.

Der Einspeisepunkt des Fehlersignals kann auch an einer anderen Stelle im Regelkreis vorgesehen sein. Wesentlich ist,

dass das Fehlersignal in den geschlossenen Regelkreis eingespeist wird, so dass es in der Regelvorrichtung mit ausgeregelt wird. Dadurch wird es möglich, die volle Schleifenverstärkung des Regelkreises zu nutzen und das  
5 Fehlersignal in das Kennlinienverhalten des Sensors S einzubinden, um das überlagerte Fehlersignal mit Hilfe des Sekundärstroms I2 im Magnetfeld auszuregeln.

Die Größe des durch den Fehlersignalgenerator F erzeugten  
10 Fehlersignals wird so gewählt, dass der geschlossene Regelkreis das Fehlersignal auf einen nicht detektierbaren Signalpegel am Ausgang des Stromsensors minimiert.

Im Fall einer Verringerung der Empfindlichkeit des Senors S  
15 verringert sich die Schleifenverstärkung des Regelkreises und das Fehlersignal kann nicht mehr völlig kompensiert werden. Gegenüber dem regulären Zustand, dass das Fehlersignal vollständig kompensiert wird, kann dieser Zustand einer verringerten Empfindlichkeit des Senors detektiert werden,  
20 indem die Signale an dem Summierungspunkt für das Fehlersignal SF jeweils verglichen werden, bevor und nachdem das Fehlersignal eingespeist wird. In dem Fall, dass der Regelkreis im normalen Betriebszustand arbeitet, wird der Ausgang des Summiergliedes SF dem Fehlersignal nicht folgen, weil das  
25 Fehlersignal durch den Regelkreis kompensiert wird. Im Fall einer verringerten Schleifenverstärkung wird das Fehlersignal am Ausgang des Summiergliedes SF jedoch messbar. Entsprechend umgekehrt sind die Verhältnisse, wenn der Vergleich am Eingang des Summiergliedes SF beziehungsweise am Ausgang des  
30 Verstärkers G2 durchgeführt wird.

Um nun das Signal am Ausgang des Summiergliedes SF jeweils vor und nach der Überlagerung des Fehlersignals vergleichen zu können, muß zumindest eines der Signale  
35 zwischengespeichert werden, damit ein Vergleich mit dem jeweils anderen Betriebszustand erfolgen kann. In der Detektiereinrichtung D besorgt die Zwischenspeicherung des

Ausgangssignals von SF das Speicherelement SP, das ausgangsseitig einen Eingang des Fehlerkomparators EC belegt. Der andere Eingang des Fehlerkomparators EC ist mit dem Ausgang des Summiergliedes SF verbunden. Ausgangsseitig führt  
5 der Fehlerkomparator auf eine Entscheiderschaltung E die bei einem entsprechenden Eingangssignal ein Ausgangssignal erzeugt, um die Steuereinrichtung KS zum Klemmen des Ausgangsstromes I2 anzusteuern.

10 In einer Regelvorrichtung, in der ein Sensorsystem angeordnet ist, das beide Polaritäten zuläßt, also beispielsweise für entgegengesetzt gerichtete Magnetfeldstärken, enthält die Detektiereinrichtung D ein Vorzeichenspeicherelement SC, das  
15 eingangsseitig mit dem Ausgang des Summiergliedes SF und ausgangsseitig mit der Entscheiderlogik E verbunden ist. Das Vorzeichenspeicherelement SC speichert das Vorzeichen beziehungsweise die Polarität des anliegenden Signals, so dass in einem Überlastbereich der auf den  
20 Fehlersignalgenerator F rückgeführte Ausgang der Entscheiderlogik so eingestellt werden kann, dass die Polarität des am Knoten SF eingespeisten Fehlersignals umgekehrt als das Vorzeichen des Ausgangssignals des Regelkreises eingestellt wird.

25 Vorzugsweise ist als weiteres Element der Detektiereinrichtung D ein Signalpegelkomparator LC vorgesehen, der eingangsseitig ebenfalls mit dem Summierglied SF und ausgangsseitig mit der Entscheiderlogik E verbunden ist. Der Signalpegelgenerator LC stellt während  
30 Überlastbedingungen, bei denen die Regelvorrichtung des Sensorssystems noch eine ausreichend hohe Schleifenverstärkung hat, um den Ausgang des Regelkreises auf seinen maximalen Wert festzulegen, sicher, dass ein Teil der Detektiereinrichtung D optional abgeschaltet werden kann. Die  
35 Entscheiderlogik braucht in diesem Fall kein Signal zu erzeugen, dass die Klemmschaltung KS aktiviert.

Wie anhand von Figur 1 geschildert, ist es besonders vorteilhaft, dass Fehlersignal des Fehlersignalgenerators F intermittierend in den Knoten SF einzuspeisen. Dies kann mit einer Frequenz im kHz-Bereich geschehen, so dass der

5 Messvorgang der Detektiereinrichtung D im Bereich von wenigen Mikrosekunden liegt. Vorteil der Erfindung ist, dass in einem Überlastbereich immer eine klare Erkennung dieses Bereiches möglich ist und dass dazu der geschlossene Regelkreis nicht geöffnet zu werden braucht.

10

Wenn nach Beendigung des Überlastbereiches der Strom I1 durch die Primärwicklung des Transformators wieder auf einen Wert sinkt, der einen regulären Sensorbetrieb beziehungsweise einen regulären Betrieb der Regelvorrichtung ermöglicht, wird  
15 dies mit Hilfe der Detektiereinrichtung D festgestellt und die Steuereinrichtung KS wieder überbrückt bzw. die Klemmschaltung abgeschaltet.

Es ist zu betonen, dass es sich bei der erfindungsgemäßen

20

Regelanordnung um eine universelle Vorrichtung beziehungsweise um ein universelles Verfahren handelt. Die Erfindung kann in jeder Regelvorrichtung eingesetzt werden, in der ein Sensor mit parasitären Eigenschaften in den Regelkreis eingebunden ist. Bei einem geschlossenen

25

Regelkreis wird die Schleifenverstärkung des Systems benutzt, um die Empfindlichkeit beziehungsweise Genauigkeit des Sensorsausgangs zu kontrollieren. Alle parasitären Fehler des Regelkreises wie Verstärkungsänderungen, Offset, Rauschen oder überlagerte Fehlersignale werden durch die

30

Schleifenverstärkung mit negativer Rückkoppelung abgeschwächt. Im Fall einer Verschlechterung der

Eigenschaften eines Elementes in dem geschlossenen Regelkreis wird das überlagerte Fehlersignal nicht mehr kompensiert und kann deshalb benutzt werden um die Verschlechterung der

35

Eigenschaften der Regelvorrichtung zu detektieren und den Ausgang der Regelvorrichtung entsprechend einzustellen.

## Patentansprüche

1. Regelvorrichtung mit einem Regelkreis, der einen auf einen  
5 Rückkoppeleingang des Regelkreises rückgekoppelten  
Rückführzweig enthält, mit einem Sensor (S), der in dem  
Regelkreis angeordnet ist und an seinem Ausgang ein  
Sensorsignal abgibt, das in ein Rückkoppelsignal umgesetzt  
und an den Rückkoppeleingang des Regelkreises zurückgeführt  
10 wird,  
**gekennzeichnet durch**  
- einen Fehlersignalgenerator (F), der ein Fehlersignal  
erzeugt und in den Regelkreis einspeist,  
- eine Detektiereinrichtung (D), die ein Messsignal des  
15 Regelkreises überwacht und  
- eine Steuereinrichtung (KS) in dem Regelkreis, die abhängig  
vom Ausgangssignal der Detektiereinrichtung das  
Ausgangssignal (I2) des Regelkreises auf einen vorgegebenen  
Wert setzt.
- 20  
2. Regelvorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Detektiereinrichtung (D) eine Speichereinrichtung (SP)  
und einen Komparator (EC) enthält, der das Messsignal des  
25 Regelkreises mit einem in der Speichereinrichtung (SP)  
gespeicherten Signal vergleicht.
3. Regelvorrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
30 der Komparator (EC) mit einer Entscheiderlogik (E) verbunden  
ist, die die Steuereinrichtung (KS) ansteuert.
4. Regelvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
35 die Steuereinrichtung (KS) eine Klemmschaltung enthält, die  
das Ausgangssignal (I2) des Regelkreises auf den vorgegebenen  
Wert festsetzt.



5. Regelvorrichtung nach Anspruch 3,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Detektiereinrichtung (D) einen Signalpegelkomparator (LC)

5 und/oder einen Signalvorzeichenkomperator (SC) enthält, die  
eingangsseitig mit dem Regelkreis und ausgangssseitig mit der  
Entscheiderlogik (E) verbunden sind.

6. Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,

10 **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Fehlersignalgenerator (F) mit einem Zeitsignalgenerator  
(TC) und/oder der Detektiereinrichtung (D) verbunden ist und  
abhängig von deren Ausgangssignal das Fehlersignal erzeugt.

15 7. Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

ein magnetoresistiver Sensor (S) zur Erfassung eines  
Magnetfeldes vorgesehen ist.

20 8. Verfahren zum Betreiben einer Regelvorrichtung nach einem  
der Ansprüche 1 bis 7, bei dem ein in einem Regelkreis  
angeordneter Sensor (S) ein Sensorsignal abgibt, das in ein  
Rückkoppelsignal umgesetzt und an einen Rückkoppelleingang des  
Regelkreises zurückgeführt wird,

25 **gekennzeichnet durch folgende Schritte:**

- ein Fehlersignal eines Fehlersignalgenerators (F) wird in  
den Regelkreis eingespeist,
- eine Detektiereinrichtung (D) überwacht ein Messsignal des  
Regelkreises und vergleicht das Messsignal mit einem zuvor  
30 gespeicherten Signal,
- bei Erfüllung eines vorgegebenen Kriteriums erzeugt die  
Detektiereinrichtung ein Ausgangssignal, das
- eine Steuereinrichtung (KS) in dem Regelkreis ansteuert,  
die wiederum das Ausgangssignal (I2) des Regelkreises auf  
35 einen vorgegebenen Wert setzt.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Messsignal des Regelkreises in einer Speichereinrichtung (SP) gespeichert und ein zweites Messsignal mit dem gespeicherten Messsignal in einem Komparator (EC) verglichen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

ein Ausgangssignal des Komparators (EC) eine Entscheiderlogik (E) ansteuert und diese eine Steuereinrichtung (KS), die bei Erfüllung eines vorgegebenen Kriteriums ein Ausgangssignal des Regelkreises auf einen Wert festsetzt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

ein Signalpegelkomparator (LC) und/oder ein Signalvorzeichenkomparator (SC) der Detektiereinrichtung (D) das Messsignal des Regelkreises erfassen ausgangsseitig ein Signal an die Entscheiderlogik (E) abgeben.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Fehlersignalgenerator (F) von einem Zeitsignalgenerator (TC) und/oder der Detektiereinrichtung (D) angesteuert ist und abhängig von deren Ausgangssignalen das Fehlersignal erzeugt.

Fig. 1

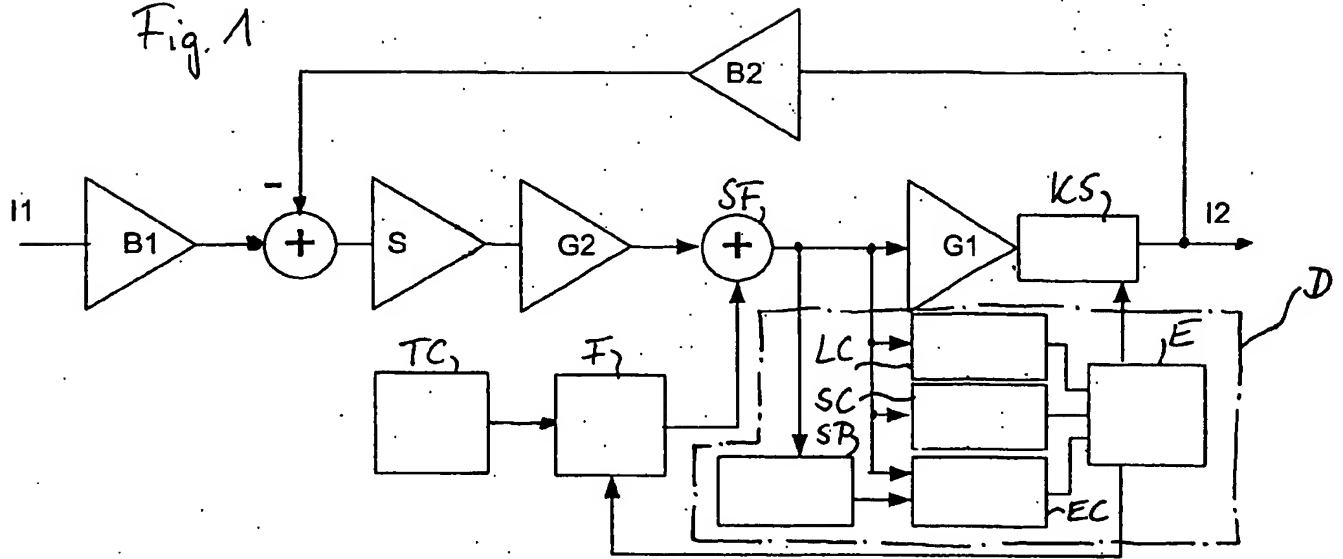


Fig. 2a

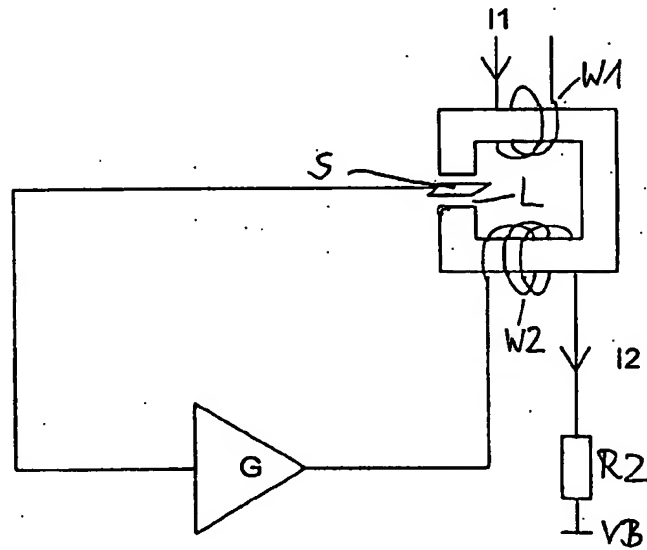
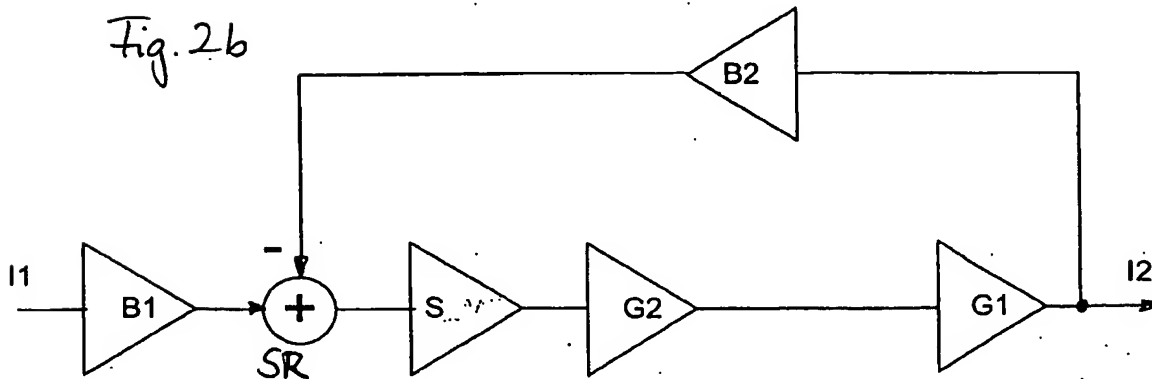


Fig. 2b



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

P 03/09042

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G05B11/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 25 41 062 A (TAM METAL PRODUCTS CO) 17 March 1977 (1977-03-17) page 4-13; figure 1 ---	1-4, 8-10
X	DE 101 20 273 A (SANSHA ELECTRIC MFG CO) 8 November 2001 (2001-11-08) column 5, line 4 -column 10, line 30; figures 3,4 ---	1-4, 8-10
Y	---	7
Y	US 2001/050552 A1 (SANDQUIST DAVID A ET AL) 13 December 2001 (2001-12-13) abstract ---	7
A	DE 195 39 519 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2 May 1996 (1996-05-02) abstract ---	1-12
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 November 2003

Date of mailing of the international search report

02/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tran-Tien, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information Application No  
PCT/EP 03/09042

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 1 225 453 A (DELPHI TECH INC)  24 July 2002 (2002-07-24)  abstract</p> <p>-----</p>	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

EP 03/09042

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2541062	A	17-03-1977	DE 2541062 A1	17-03-1977
DE 10120273	A	08-11-2001	JP 2001313194 A	09-11-2001
			CN 1321058 A	07-11-2001
			DE 10120273 A1	08-11-2001
			GB 2364187 A	16-01-2002
			US 2002001209 A1	03-01-2002
US 2001050552	A1	13-12-2001	EP 1224477 A1	24-07-2002
			WO 0133233 A1	10-05-2001
			US 2002149355 A1	17-10-2002
DE 19539519	A	02-05-1996	JP 8123520 A	17-05-1996
			DE 19539519 A1	02-05-1996
			US 5777870 A	07-07-1998
EP 1225453	A	24-07-2002	US 2002093332 A1	18-07-2002
			EP 1225453 A2	24-07-2002

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

/EP 03/09042

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G05B11/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G05B

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 25 41 062 A (TAM METAL PRODUCTS CO) 17. März 1977 (1977-03-17) Seite 4-13; Abbildung 1 ---	1-4,8-10
X	DE 101 20 273 A (SANSHA ELECTRIC MFG CO) 8. November 2001 (2001-11-08) Spalte 5, Zeile 4 -Spalte 10, Zeile 30; Abbildungen 3,4 ---	1-4,8-10
Y	US 2001/050552 A1 (SANDQUIST DAVID A ET AL) 13. Dezember 2001 (2001-12-13) Zusammenfassung ---	7
Y	DE 195 39 519 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2. Mai 1996 (1996-05-02) Zusammenfassung ---	7
A	DE 195 39 519 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2. Mai 1996 (1996-05-02) Zusammenfassung ---	1-12
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. November 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/12/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tran-Tien, T

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 225 453 A (DELPHI TECH INC) 24. Juli 2002 (2002-07-24) Zusammenfassung -----	1-12



# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

EP 03/09042

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2541062	A	17-03-1977	DE	2541062 A1	17-03-1977
DE 10120273	A	08-11-2001	JP	2001313194 A	09-11-2001
			CN	1321058 A	07-11-2001
			DE	10120273 A1	08-11-2001
			GB	2364187 A	16-01-2002
			US	2002001209 A1	03-01-2002
US 2001050552	A1	13-12-2001	EP	1224477 A1	24-07-2002
			WO	0133233 A1	10-05-2001
			US	2002149355 A1	17-10-2002
DE 19539519	A	02-05-1996	JP	8123520 A	17-05-1996
			DE	19539519 A1	02-05-1996
			US	5777870 A	07-07-1998
EP 1225453	A	24-07-2002	US	2002093332 A1	18-07-2002
			EP	1225453 A2	24-07-2002